

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : XII



ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2021

XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием по проблемам водных экосистем, посвященная 150-летию Севастопольской биологической станции – ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»

Материалы конференции

Севастополь, 20–24 сентября 2021 г.

Севастополь
ФИЦ ИнБЮМ
2021

DNA and RNA // Nucleic Acids Research. 2021. Vol. 49, iss. W1. P. W530–W534.
<https://doi.org/10.1093/nar/gkab294>

4. Karacan M. S., Zharmukhamedov S. K., Mamaş S., Kupriyanova E. V., Shitov A. V., Klimov V. V., Özbek N., Özmen Ü., Gündüzalp A., Schmitt F. J., Karacan N., Friedrich T., Los D. A., Carpentier R., Allakhverdiev S. I. Screening of novel chemical compounds as possible inhibitors of carbonic anhydrase and photosynthetic activity of photosystem II // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 2014. Vol. 137. P. 156–167.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.12.002>

НАКОПИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ В ОТНОШЕНИИ РАДИОИЗОТОПОВ ПЛУТОНИЯ

**Параскив А. А.¹, Терещенко Н. Н.¹, Проскурнин В. Ю.¹,
Чужикова-Проскурнина О. Д.¹, Трапезников А. В.², Платаев А. П.²**

¹ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь

²Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: радиоизотопы плутония, гидробионты, Севастопольская бухта, коэффициенты накопления

Техногенные радиоизотопы плутония в результате использования человеком ядерных технологий в военных и мирных целях поступили в природные экосистемы, включая моря и океаны. С одной стороны, радиоизотопы плутония альфа-излучающие радиоактивные вещества, с другой стороны, по химической природе плутоний – тяжелый металл. В обоих случаях это высокотоксичное вещество, которое при превышении допустимых уровней будет оказывать негативное влияние на экологическое состояние вод и жизнедеятельность гидробионтов. Радиоизотопы плутония ^{239}Pu и ^{240}Pu имеют большие периоды полураспада (24400 лет и 6620 лет, соответственно) поэтому сохраняются в экосистемах долгое время и их количество от инцидента к инциденту накапливается. Попадая в водные экосистемы, радиоизотопы плутония, как правило, не выводятся из них, а преимущественно перераспределяются в компонентах экосистемы, в том числе накапливаются гидробионтами [1].

Использование радиоизотопов плутония в ядерных технологиях продолжается, и вероятность поступления плутония в окружающую среду и в живые организмы сохраняется. Поэтому важно изучать перераспределение изотопов плутония между водой и гидробионтами, оценивать их накопительную способность, чтобы отслеживать и научно-обоснованно управлять экологической ситуацией в акваториях, прогнозировать ее, тем самым обеспечивать не только защиту биоты от возможного негативного техногенного влияния, но также и безопасное рациональное использование ресурсов водных экосистем для нужд человека.

Согласно рекомендательным документам Росгидромета, представительными объектами морских экосистем в рамках оценки радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды, являются рыбы, моллюски и макроводоросли, так называемые, референтные виды [2]. В связи с этим, целью работы было проведение количественной оценки концентрирующей способности представителей рекомендованных групп гидробионтов из Севастопольской бухты в отношении антропогенных радиоизотопов плутония $^{239,240}\text{Pu}$.

Исследования проводили в Севастопольской бухте – прибрежной полужакрытой акватории Черного моря. Осуществляли отбор проб воды (объемом 1000 л) на двух станциях в Севастопольской бухте, а также на одной станции за пределами ее акватории: на внешнем рейде. Также проводился отбор проб референтных видов гидробионтов: два вида рыб: *Spicara maena* (Linnaeus, 1758), *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), двустворчатого моллюска – *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и бурой макроводоросли – *Cystoseira barbata* (C. Agardh, 1820). Радиохимическая обработка проб выполнялась по стандартным методикам [1].

Результаты исследований свидетельствуют, что объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воде Севастопольской бухты лежала в пределах от $1,08 \pm 0,09$ до $1,54 \pm 0,17$ мБк·м⁻³. При этом на внешнем рейде бухты объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воде составляла близкие величины к таковым в бухте и равнялась $1,1 \pm 0,21$ мБк·м⁻³.

Среди исследованных видов гидробионтов наименьшие значения удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ определены для представителей донных рыб – морского ерша *S. porcus* – $0,97 \pm 0,35$ мБк·кг⁻¹ сырой массы. Определение $^{239+240}\text{Pu}$ в скелете и мышцах ерша показало, что более 60% плутония содержалось в скелете исследованных рыб. Эти результаты аналогичны данным, полученным в исследованиях выполненным ранее на черноморских рыбах. Тогда было показано, что 60-80% плутония накапливается в основном в органах желудочно-кишечного тракта и костях рыб [1]. В представителях пелагических рыб – спикаре *S. maena* удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ составляла $1,11 \pm 0,28$ мБк·кг⁻¹ сырой массы.

Многолетние бурые водоросли рода *Cystoseira* – это самые крупные водоросли в Черном море, образуют обширные подводные заросли и являются массовым видом в макрофитобентосе Севастопольской бухты [3]. Результаты определения содержания $^{239+240}\text{Pu}$ в особях *Cystoseira barbata* показали, что удельная активность в цистозире изменялась от $1,33 \pm 0,13$ до $3,12 \pm 0,39$ мБк·кг⁻¹ сырой массы.

Ранее проведенные исследования показали, что в мидиях *M. galloprovincialis* более 90% $^{239+240}\text{Pu}$ концентрируется в раковинах [1], поэтому именно раковины мидий были объектом наших исследований. По данным исследований удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ в раковинах *M. galloprovincialis* величины удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ находились в диапазоне $0,52 \pm 0,26$ – $13,07 \pm 1,99$ мБк·кг⁻¹ сырой массы. При этом для раковин самок мидий характерны несколько более высокие средние значения удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ – $6,24 \pm 2,53$, по сравнению с удельной активностью $^{239+240}\text{Pu}$ в раковинах самцов – $4,10 \pm 1,75$ мБк·кг⁻¹ сырой массы.

На основе результатов о количественном содержании радиоизотопов $^{239+240}\text{Pu}$ в воде и референтных видах гидробионтов Севастопольской бухты выполнена оценка их накопительной способности в отношении $^{239+240}\text{Pu}$ посредством расчета коэффициентов накопления плутония $K_n(^{239+240}\text{Pu})$. Установлено, что гидробионты Севастопольской бухты можно расположить в ряд в порядке возрастания $K_n(^{239+240}\text{Pu})$: рыбы ($n \times 10^2$) – двустворчатые моллюски ($n \times 10^2$ – $n \times 10^3$) – бурые водоросли ($n \times 10^3$).

Таким образом, в результате проведенных исследований в Севастопольской бухте определены современные уровни удельной активности долгоживущих антропогенных радиоизотопов $^{239+240}\text{Pu}$ в воде и в референтных видах – представителях трех рекомендованных групп гидробионтов. Концентрирующая способность изученных гидробионтов в отношении плутония достаточно высока, о чем свидетельствуют величины $K_n(^{239+240}\text{Pu})$, которые составляли $n \times 10^2$ – $n \times 10^3$. Установлено, что концентрирующая способность гидробионтов Севастопольской бухты возрастает в ряду: рыбы – двустворчатые моллюски – бурые водоросли.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90041 (Аспиранты).

Список литературы:

1. Терещенко Н. Н. Плутоний в гидробионтах Чёрного моря. Наукові праці: науково-методичний журнал. Техногенна безпека. 2013. Т. 210, № 198. С. 52–60.
2. Рекомендации Р52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. – Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.04.2015. – 64 с.
3. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 511 с.